



(12) **Gebrauchsmuster**

**U 1**

(11) Rollennummer G 93 06 924.3

(51) Hauptklasse F23G 7/06

Nebenklasse(n) F23D 14/62 F23D 14/70  
F23D 17/00

(22) Anmeldetag 07.05.93

(47) Eintragungstag 16.12.93

(43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 03.02.94

(54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer  
Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers

Grace GmbH, 22844 Norderstedt, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters

Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 63450 Hanau

Rechercheantrag gemäß § 7 Abs. 1 GbmG gestellt

Grace GmbH  
Erlengang 31  
2000 Norderstedt

## Beschreibung

### Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas umfassend einen Gaseinlaß und einen Gasauslaß, einen Brenner mit sich anschließendem Flammrohr wie Hochgeschwindigkeitsmischraum, einen Brennraum sowie einen Wärmetauscher, der vorzugsweise koaxial zum Flammrohr angeordnet ist.

Eine entsprechende Vorrichtung, die auch als Nachverbrennungsvorrichtung bezeichnet werden kann, ist der EP 0 235 277 B1 zu entnehmen. Dabei wird ein Sauerstoff enthaltendes Trägergas wie z. B. Prozeßabgas durch Rohre eines Wärmetauschers hindurch zu einem Brenner geführt. Dieser Brenner ist koaxial vor einem als Hochgeschwindigkeitsmischraum ausgebildeten Flammrohr angeordnet. Dem Brenner wird brennbares Gas zugeführt. Ein Teil des Trägergases dient als Sauerstofflieferant zur Verbrennung des brennbaren Gases im Brenner, ein anderer Teil des Trägergases wird am Brenner vorbei zum Flammrohr geführt. Während entlang der Achse des Flammrohrs heißes Rauchgas aus dem Brenner als Kernströmung einströmt, strömt das am Brenner vorbeigeführte Trägergas in einer kühleren ringförmigen Strömung entlang der Wandung des Flammrohrs. Bei ausreichender Strömungsgeschwindigkeit bildet sich im Flammrohr eine

turbulente Strömung. Wenn die Länge des Flammrohrs hinreichend ist, hat sich das turbulente Strömungsprofil vor dem Ende des Flammrohres ausgebildet und die beiden Gasströme sind am Ausgang des Flammrohres vollständig miteinander gemischt. Aus dem Flammrohr strömt das Gas in einen Brennraum ein. In diesem Brennraum werden verbliebene oxidierbare Bestandteile weitgehend oxidiert. Anschließend strömt das gereinigte Trägergas im Kreuzgegenstrom um die Rohre eines Wärmetauschers zum Auslaß aus der Vorrichtung. Im Wärmetauscher gibt das gereinigte Gasgemisch Wärme an das noch ungereinigte Trägergas ab. Durch diese Wärmerückgewinnung wird bei vorgegeben hoher Verbrennungstemperatur die einzusetzende Brenngasmenge verringert.

Es ist nachteilig bei der vorbekannten Vorrichtung, daß ein sehr langes Flammrohr benötigt wird, um das heiße Rauchgas aus dem Brenner und das kühtere am Brenner vorbeigeführte Trägergas bis zum Ende des Flammrohres vollständig miteinander zu vermischen, bevor es in den Brennraum gelangt. Je besser vorgemischt das Gas in den Brennraum einströmt, desto geringer kann dessen Volumen sein, um eine vollständige oder fast vollständige Verbrennung der oxidierbaren Bestandteile zu erreichen. Bei unvollständiger Vermischung bilden sich nämlich Schichtungen oder Schlieren, also Zonen mit höherer und niedrigerer Temperatur und mit höherem oder niedrigerem Sauerstoffgehalt aus. Somit sind die Verbrennungsbedingungen örtlich unterschiedlich und nicht überall optimal. Bei vollständig vorgemischem Gas hingegen ist es möglich, im gesamten Brennraum optimale Verbrennungsbedingungen einzustellen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art so weiterzubilden, daß auch bei einem Flammrohr mit kleinem Volumen und geringer Länge eine sehr schnelle und intensive Vermischung von heißen Brenngasen mit kühlem Trägergas erfolgt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß zur Erzeugung einer turbulenten Strömung im Flammrohr, in diesem zumindest eine Mischeinrichtung angeordnet ist. Insbesondere ist vorgesehen, daß die Mischeinrichtung eine statische Mischeinrichtung ist.

Statische Mischer zeichnen sich dadurch aus, daß sie potentielle Druckenergie von Fluiden in kinetische Energie umwandeln, so daß die Fluide zumindest bereichsweise stark beschleunigt werden. Je höher die Geschwindigkeit von Fluiden ist, desto höher ist ihr Turbulenzgrad und die Quervermischung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung. Insbesondere sind statische Mischer geeignet, Wirbel in der Fluidströmung zu erzeugen. In Wirbelgebieten findet eine sehr schnelle Durchmischung der Fluide statt. Gleichzeitig bewirken einige Formen statischer Minderungen ein Umschichten von vorher parallel fließendem Gas. Dies führt ebenfalls zu einer Durchmischung.

Vorzugsweise ist zumindest eine Mischeinrichtung brennerseitig im ersten Drittel des Flammrohrs angeordnet. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß bereits die Einlaufströmung in das Flammrohr gestört und somit schneller turbulent wird. Außerdem ist es möglich, die Mischelemente vorzugsweise in der Nähe der Wandung des Flammrohres anzurichten, wo die kühlere, noch unvermischt Ringströmung vorliegt. Dadurch wird verhindert, daß die statischen Mischelemente sehr heiß werden. Andererseits sind diese bei richtiger Gestaltung dennoch in der Lage, die ringförmige Randströmung zum Zentrum hin umzuleiten, in dem die heiße Kernströmung vorliegt. Die in den hinteren beiden Dritteln des Flammrohres angeordnete Mischeinrichtung läßt dagegen einen größeren Wärmetausch durch die Flammrohrwand zwischen dem heißen Trägergas in der Brennkammer und der kälteren Ringströmung im Flammrohr zu.

Insbesondere ist es vorteilhaft, mehrere Mischelemente an mehreren Positionen im Flammrohr zwischen Eintritt und Austritt für Gas anzurichten. Dadurch wird erreicht, daß das Gas auf seinem Weg durch das Flammrohr mehrfach durchmischt wird.

Als Mischeinrichtung oder Mischelement ist insbesondere eine Packung aus regelmäßig oder unregelmäßig angeordneten faserförmigen Elementen verwendbar. Diese Elemente können Drähte sein oder Längsprofile anderer Form. Als Mischelement ist aber auch eine Packung aus regelmäßig oder unregelmäßig angeordneten flächenhaften Elementen einsetzbar. Verwendet werden können dazu insbesondere verschaltete bzw. ineinander verwundene Bandmaterialien.

Unregelmäßig angeordnete Elemente sind zwischen Halteplatten wie Lochplatten oder Gittern eingeschlossene Schichtungen von Elementen. Regelmäßig angeordnete Elemente sind entweder zwischen Halteplatten eingeschlossene Schichtungen von Elementen oder Elemente, die systematisch zu einer selbsttragenden Packung mit regelmäßiger Struktur verbunden sind. Verwendbar sind vorzugsweise auch Mischelemente, bei denen flächenhafte Elemente regelmäßig so angeordnet sind, daß die flächenhaften Elemente Winkel zwischen 30 und 60° zur Hauptströmungsrichtung des Gases aufweisen. Dabei wechselt die Richtung des Winkels regelmäßig, so daß das Gas beim Durchströmen des Mischelementes bzw. der Mischeinrichtung mehrfach seine Richtung ändert, wodurch zum einen Wirbel erzeugt werden und zum anderen eine Umschichtung erfolgt.

Auch schrauben-, spiral- oder wendelförmige Elemente sind als Mischeinrichtung einsetzbar. Die wendelförmigen Elemente können aus rohr- oder stangenförmigem Profil aus Bandmaterial, aus Profilen oder durch Ausschneiden aus einer Platte hergestellt sein, wobei die so entstehende Spirale auseinandergezogen wird zu einer Spiralwendel. Der Durchmesser der Wendel kann entlang des Strömungsweges unterschiedlich sein. Das ist vorteilhaft, weil dann im gesamten Querschnitt Strömungswiderstände vorliegen, die durch Wirbelbildung bzw. Strömungsumlenkung die gewünschte Mischwirkung hervorrufen.

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, ein oder mehrere ringförmige Elemente anzuordnen. Die Innendurchmesser und Außendurchmesser der verschiedenen Ringe sind vorzugsweise voneinander verschieden. Die Ringe können aus Platten oder aus gebogenen Längsprofilen hergestellt sein.

Als Mischeinrichtung sind auch ein oder mehrere blendenförmige Elemente mit vorzugsweise kreis- oder schlitzförmigen Blendenöffnungen verwendbar. Schlitzförmige Öffnungen werden dabei vorzugsweise so angeordnet, daß die Längsrichtung der Slitze aufeinanderfolgender Blenden voneinander verschieden ist. Der Außendurchmesser der Blenden ist vorzugsweise gleich dem Innendurchmesser des Flammrohrs.

Als Mischelement sind auch ein oder mehrere konus- und kegelförmige Elemente einsetzbar, wobei in Strömungsrichtung vorzugsweise zuerst ein innen durchströmter Konus mit sich verjüngender Querschnittsfläche und offener Spitze gefolgt von einem Kegel mit sich vergrößender Querschnittsfläche koaxial angeordnet ist. In jedem Konus, der als Düse wirkt, wird das Gas beschleunigt und trifft auf die Spitze des nachfolgenden Kegels auf. Von diesem aus wird das Gas nochmals zu einem kreisringförmigen Durchgang am Fuß des Kegels hin beschleunigt. Hinter dem Konus und dem Kegel bildet sich je ein Wirbelgebiet aus. Aussparungen, Schlitze und Löcher im Konus und/oder Kegel begünstigen den Mischeffekt durch Verwirbelung.

Eine weitere Ausführungsform einer Mischeinrichtung sieht einen Drallerzeugers vor. Dieser besteht aus radial von der Achse des Flammrohres ausgehenden ebenen oder gekrümmten Leitschaufeln, deren Flächen Winkel zur Hauptströmungsrichtung aufweisen. Durch die Überlagerung der Längsgeschwindigkeit mit der Rotationsgeschwindigkeit wird die Geschwindigkeit insgesamt größer, wodurch die Turbulenz und damit die Mischung verbessert wird. Wenn die Strömung hinter den Leitschaufeln abreißt, entstehen dort Wirbel, in denen auch Geschwindigkeitskomponenten axial zum Wirbel und radial zur Achse des Flammrohres existieren. Gleichzeitig beugt der Drall einer möglichen Schichtung der Strömung vor.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind als Mischeinrichtung ein oder mehrere kreuz- oder sternförmige Elemente vorgesehen, deren Symmetrieachsen vorzugsweise mit der Achse des Flammrohres zusammenfallen. Die Kreuze oder Sterne selbst können aus Profilelementen oder auch aus flächigen Elementen gebildet sein. Vorzugsweise sind hintereinander angeordnete Mischelemente in Strömungsrichtung versetzt angeordnet. Dabei können diese derart um die Achse des Flammrohres gedreht sein, daß die jeweils hinteren Elemente durch Öffnungen der vorderen Elemente hindurch sichtbar sind.

Kreuz- oder sternförmige Elemente werden vorzugsweise auch in Verbindung mit blendenförmigen Elementen in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet. Während

die stern- oder kreuzförmigen Elemente vorwiegend eine tangentiale Vermischung bewirken, ist die Hauptmischungsrichtung der blendenförmigen Elemente radial.

Als Mischelemente sind auch ein oder mehrere Rohrabschnitte derart anbringbar, daß ihre Achse mit der Hauptströmungsrichtung des Gases einen Winkel bildet. Insbesondere ist es auch möglich, in einem solchen Rohrabschnitt zumindest einen weiteren Rohrabschnitt geringeren Durchmessers anzutragen, dessen Achse zur Hauptströmungsrichtung des Gases und zum ersten Rohrabschnitt jeweils einen Winkel bildet. Die Rohrabschnitte bilden dabei ein Strömungshindernis in dem diese aufnehmenden Rohr. Die Strömungsverengungen und -weiterungen erzeugen dabei Turbulenzen und Wirbel.

Eine weitere Variante sieht vor, daß die Mischelemente als ein oder mehrere Lamellen-gitter ausgebildet sind. Die Lamellen können aus geraden oder gebogenen flächigen Elementen bestehen. Die Ausrichtung der Lamellen kann parallel, entgegengesetzt oder auch vertikal oder diagonal zueinander versetzt sein. Durch die Lamellen wird eine Querströmung erzeugt, so daß auf einer Seite des Flammrohrs ein Überdruck und auf der anderen Seite ein Unterdruck entsteht. Wie auch beim Drallerzeuger entstehen Wirbel dann, wenn die Strömung abreißt.

Die Mischeinrichtung bzw., deren Elemente bestehen insbesondere aus metallischen oder keramischen Werkstoffen, die bei den auftretenden Verbrennungstemperaturen im Flammrohr beständig sind.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer den Zeichnungen zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. I eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Verbrennen oxidirerbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr enthaltend eine wendelförmige Mischeinrichtung,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr enthaltend mehrere ringförmige Mischelemente als Mischeinrichtung,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr enthaltend mehrere blendenförmige Mischelemente als Mischeinrichtung,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr enthaltend ein konus- und ein kegelförmiges Mischelement als Mischeinrichtung,

Fig. 6 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr mit einem Drallerzeuger,

Fig. 7 einen Querschnitt durch ein Flammrohr mit einem weiteren Drallerzeuger,

Fig. 8 einen Querschnitt durch ein Flammrohr mit kreuzförmigen Mischelementen,

Fig. 9 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr mit Rohrabschnitten als Mischelemente und

Fig. 10 einen Längsschnitt durch ein Flammrohr mit Lamellengittern als Mischelemente.

In Fig. 1 ist rein prinzipiell eine Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas dargestellt, die einen Gaseinlaß (12) und einen Gasauslaß (14), einen Brenner (16) mit sich anschließendem Flammrohr wie Hochgeschwindigkeitsmischraum (18), einen Brennraum (20) sowie einen Wärmetauscher (22) umfaßt.

Nachstehend wird aus Gründen der Vereinfachung stets von einem Hochgeschwindigkeitsmischraum als Flammrohr und von Mischelementen, die eine erfindungsgemäße Mischeinrichtung bilden, gesprochen, ohne daß hierdurch eine Einschränkung der erfindungsgemäßen Lehre erfolgen soll.

Im Hochgeschwindigkeitsmischraum (18) sind Mischelemente (24 und 25) angeordnet. Das zu reinigende Trägergas strömt durch den Gaseinlaß (12) zum Wärmetauscher (22), vorzugsweise einem Rohrbündelwärmetauscher, der im Kreuzgegenstrom betrieben werden kann. Das Gas strömt dabei vorzugsweise zunächst durch Rohre des Wärmetauschers (22) hindurch und gelangt zum Brenner (16). Ein Teil des Trägergases dient als Sauerstofflieferant für die Verbrennung des brennbaren Gases im Brenner (16). Der verbleibende Teil des Trägergases strömt am Brenner (16) vorbei. Der Brenner sitzt am Eingang (26) des als Hochgeschwindigkeitsmischraum (18) dienenden Flammrohres (30). Das heiße Rauchgas aus dem Brenner (16) strömt als Kernströmung entlang der Längsachse des Flammrohres (30) in dieses ein. Am Brenner (16) vorbeigeströmtes kühleres Trägergas strömt in Form einer Ringströmung in das Flammrohr (30) ein. Im Mischelement (24) erfolgt eine Quervermischung zwischen der heißen Kernströmung und der kühleren Ringströmung. Am Ausgang (28) des Flammrohres (30) strömt das vermischt Gas in den Brennraum (20) ein, in dem es vollständig oder nahezu vollständig verbrannt wird. Vom Brennraum (20) strömt das heiße Gas außen entlang des Flammrohres (30) zurück zum Wärmetauscher (22) und vorzugsweise um dessen Rohre herum zum Auslaß (14).

Fig. 2 zeigt den Längsschnitt durch ein Flammrohr (30), in dem ein wendelförmiges Mischelement (50) angeordnet ist. Dieses besteht aus einem wendelförmigen Element, dessen Durchmesser konstant oder entlang der Strömungsrichtung unterschiedlich ist. Vorzugsweise ist der Außendurchmesser des wendelförmigen Elementes zumindest an einem Abschnitt gleich dem Innendurchmesser des Flammrohres (30), so daß das Mischelement (50) passend im Flammrohr (30) anliegt. Der Querschnitt des zum wendelförmigen Elementes (50) geformten Profiles kann rund oder eckig sein.

Fig. 3 zeigt im Flammrohr (30) angeordnete ringförmige Mischelemente (52), (54), (56), (58). Das Ringelement (52) hat einen quadratischen Querschnitt. Das Ringelement (54) hat ebenfalls einen quadratischen Querschnitt, aber einen geringeren Innen- und Außendurchmesser als das Element (52). Das Ringelement (56) besitzt einen rechteckigen und das Ringelement (58) einen runden Querschnitt. Selbstverständlich sind auch andere Querschnitte möglich, wie z.B. dreieckige. Vorzugsweise nimmt sowohl der Außen- als auch der Innendurchmesser hintereinander angeordneter Ringelemente in Strömungsrichtung ab. Die Ringelemente (52), (54), (56), (58) sind über Abstandshalter (59) im Flammrohr (30) befestigt.

Blendenförmige Mischelemente (60), (62) in einem Flammrohr (30) sind in Fig. 4 gezeichnet. Der Außendurchmesser der Mischelemente (60), (62) ist dabei gleich dem Innendurchmesser des Flammrohrs (30). Die Blenden (60), (62) weisen Öffnungen (64), (66) auf. Die Öffnung (64) besitzt die Form eines vertikalen Längsschlitzes und die Öffnung (66) die eines horizontalen Längsschlitzes. Nicht rotationssymmetrische Öffnungen werden vorzugsweise versetzt hintereinander angeordnet. Die Öffnungen können auch Formen wie beispielsweise Kreise, Rechtecke, Dreiecke, Sterne etc. haben.

Nach der Fig. 5 sind in einem Flammrohr (30) ein oder mehrere Konen (70) und ein oder mehrere Kegel (72) mit und ohne Löcher, Schlitze, Aussparungen und/oder mit und ohne Leitelementen zur Drallerzeugung als Mischelemente angeordnet. Der Außendurchmesser des bzw. der Konen (70) ist dabei vorzugsweise identisch mit dem Innendurchmesser des Flammrohrs (30). Die Kegel (72) sind über ein Halteelement (74) mit dem Flammrohr (30) verbunden. Die Konen (70) sind so angeordnet, daß sich der Innendurchmesser in Strömungsrichtung verjüngt. Somit bildet dieser für die Strömung eine Düse. In Strömungsrichtung hinter jedem Konus (70) ist ein Kegel (72) angeordnet. Seine Kegelspitze weist entgegen der Strömungsrichtung zum Konus (70). Vorzugsweise sind Konen (70) und Kegel (72) koaxial ausgerichtet. Die beschleunigte Strömung aus den Konen (70) trifft mittig auf die Kegelspitzen und wird radial nach außen umgelenkt.

Im rotationssymmetrischen Raum (76) zwischen Flammrohr (30), Kegel (72) und Konus (70) werden Wirbel erzeugt, wobei in der Nähe des Flammrohres (30) eine Rückströmung entgegen der Hauptströmungsrichtung erfolgt. Zwischen der Basis des Kegels (72) und dem Flammrohr (30) erstreckt sich eine kreisringförmige Querschnittsverengung. In Strömungsrichtung gesehen hinter der Basis des (72) Kegels bilden sich Strömungswirbel aus.

Ein Drallerzeuger (80) in einem Flammrohr (30) ist in den Fig. 6 und 7 gezeichnet. Der Drallerzeuger (80) weist Leitschaufeln (82) auf, die schräg zur Strömung gestellt sind. Die Leitschaufeln können gerade oder gebogene flächige Elemente sein. Der Drallerzeuger (80) weist an seiner Zentralachse ein Zentralelement (84) auf, das die Form eines Doppelkegels haben kann. Vorzugsweise ist der Drallerzeuger (80) rotationssymmetrisch und koaxial zum Flammrohr (30) angeordnet.

Fig. 8 zeigt kreuzförmige Elemente (86), (88) in einem Flammrohr (30). Das Element (88) ist hinter dem Element (86) angeordnet. Dabei sind die Elemente (86) und (88), die gleichartig sind, um 45° zueinander versetzt angeordnet. Somit haben diese gemeinsam eine Projektionsfläche wie ein sternförmiges Element. Die Kreuze können aus unterschiedlichen Profilen hergestellt sein wie Rundstangen, Vierkantprofilen oder Langblechen. Selbstverständlich können gleichartige Elemente auch um anderen Winkel als um 45° zueinander versetzt angeordnet sein.

In Fig. 9 sind in einem Strömungsrohr (30) angeordnete Rohrabschnitte (90), (92) dargestellt. Die Achsen der Rohrabschnitte (90) und (92) sind weder koaxial zueinander noch koaxial zur Achse (94) des Flammrohres (30) ausgerichtet. Die Rohrabschnitte (90), (92) können mittig zum Flammrohr (30) oder auch außermittig angeordnet sein. Der Rohrabschnitt (92) befindet sich innerhalb des Rohrabschnitts (90) und verhält sich zu diesem Rohrabschnitt (90) ähnlich wie der Rohrabschnitt (90) zum Zentralrohr (30). Die Rohrabschnitte (90), (92) sind durch Abstandselemente (99) mit dem jeweils umgebenden Rohr verbunden. Die Rohrabschnitte (90), (92) können senkrecht oder schräg vom Rohr abgeschnitten sein.

Der Fig. 10 ist ein Flammrohr (30) mit Lamellengittern (100), (102) zu entnehmen. Die Lamellen (104) jedes Gitters (100), (102) sind dabei jeweils parallel angeordnet. Das ist aber nicht zwingend. Vielmehr können die Lamellen (104) auch jeweils Winkel zueinander beschreiben. Auch Größe und Abstand der Lamellen (104) können variieren. Die Lamellen können aus geraden oder gebogenen Flächenelementen bestehen. Mehrere Lamellengitter (100), (102) sind vorzugsweise so angeordnet, daß die Richtung, in der die Strömung abgelenkt wird, unterschiedlich ist. Die Lamellengitter (100), (102) insgesamt können auch schräg zur Hauptströmungsrichtung angeordnet sein.

Durch die erfindungsgemäßen Vorschläge werden in dem Flammrohr (30) Temperaturschichtungen vermieden. Die unterschiedliche Temperaturen und Schadstoff-Konzentrationen aufweisenden Gase werden gut durchmischt. Hierdurch kann das Flammrohr (30) im Vergleich zu Vorrichtungen, in denen keine Mischeinrichtungen vorgesehen sind, verkürzt werden. Insbesondere werden kalte Strähnen im Gas vermieden, die andernfalls zu einer partiellen unvollständigen Verbrennung führen könnten.

Durch die frühzeitige Mischung der Gase kann das Brennkammervolumen reduziert werden. Es erfolgt eine Verringerung des Wärmetausches zwischen Brennkammer und Flammrohr.

GRACE GmbH  
Erlengang 31  
2000 Norderstedt

**Ansprüche**

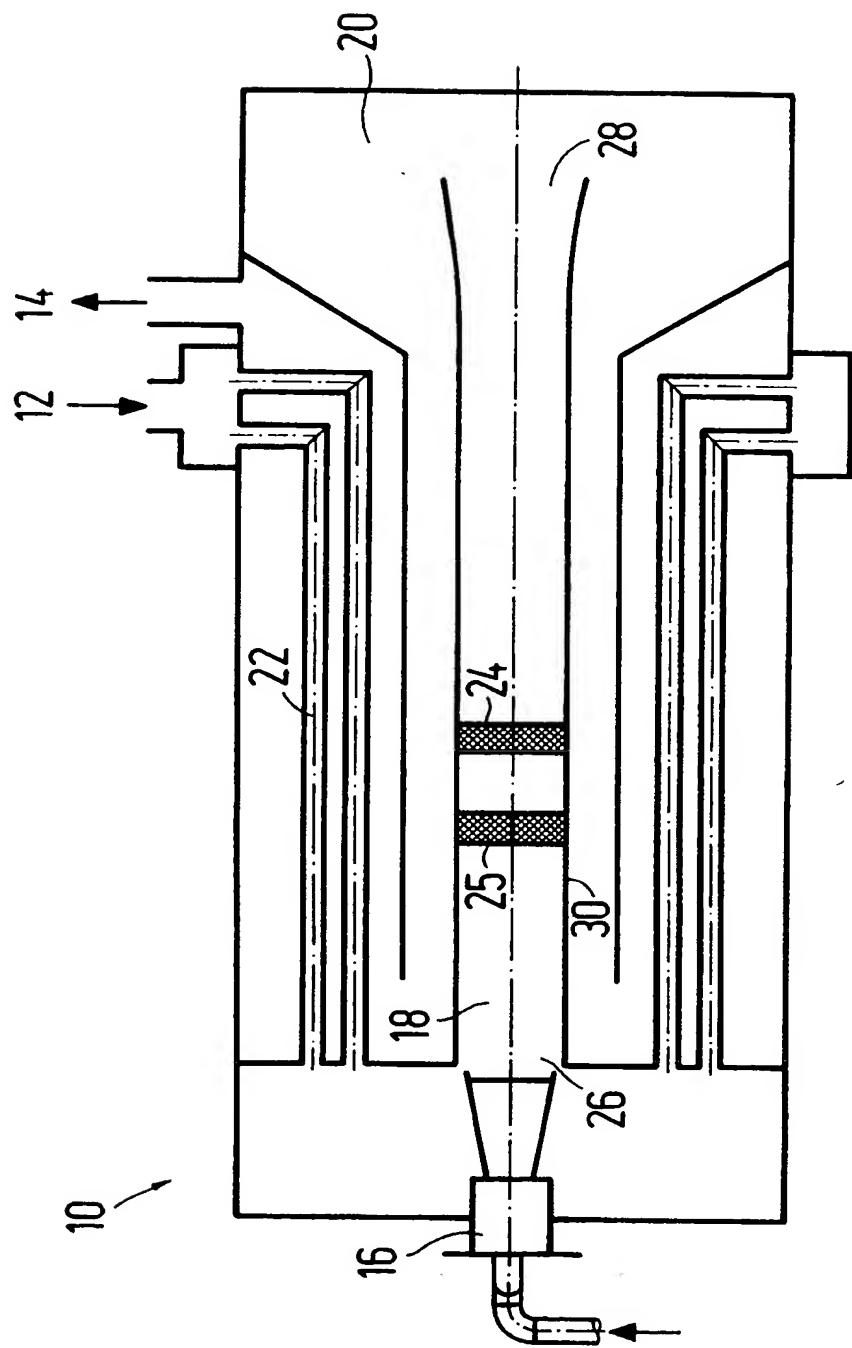
Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas

1. Vorrichtung zum Verbrennen oxidierbarer Bestandteile in einem zu reinigenden Trägergas umfassend einen Gaseinlaß (12) und einen Gasauslaß (14), einen Brenner (16) mit sich anschließendem Flammrohr (30) wie Hochgeschwindigkeitsmischraum (18), einen Brennraum (20) sowie einen Wärmetauscher (22), der vorzugsweise koaxial zum Flammrohr (30) angeordnet ist  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Erzeugung einer turbulenten Strömung im Flammrohr (30), in diesem zumindest eine Mischeinrichtung (24, 25, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 70, 72, 80, 86, 88, 90, 92, 100, 102) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 70, 72, 80, 86, 88, 90, 92, 100, 102) eine statische Mischeinrichtung ist.
3. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere in Längsrichtung des Flammrohrs (30) verteilte Mischeinrichtungen (24, 25, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 70, 72, 80, 86, 88, 90, 92, 100, 102) angeordnet sind.

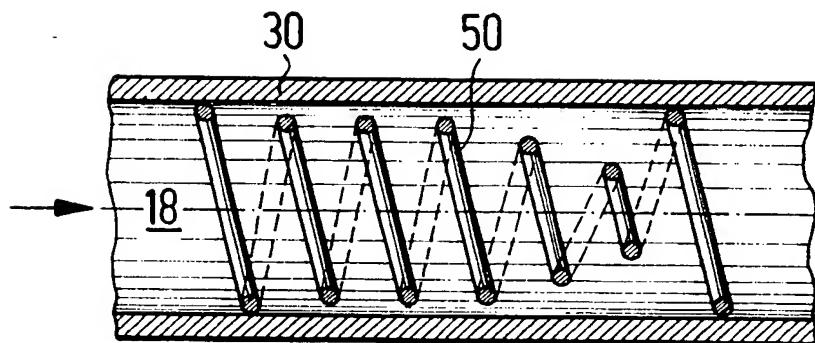
4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest eine Mischeinrichtung (25) brennerseitig im ersten Drittel des Flammrohrs (30) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 70) im Längsachsenbereich des Flammrohres (30) frei durchlässig ist.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25) eine Packung aus regelmäßig oder unregelmäßig angeordneten faserförmigen Elementen umfaßt.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25) eine Packung aus regelmäßig oder unregelmäßig angeordneten flächenhaften Elementen umfaßt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die flächenhaften Elemente mit ihren Flächennormalen einen Winkel zwischen 30 und 60° zur Längsachse des Flammrohrs (30) einschließen.
9. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25) ein schrauben-, spiral- oder wendelförmiges Element (50) umfaßt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest zwei gegenläufig ausgebildete wendelförmige Elemente (50) ineinander verschachtelt sind, wobei sich die Wendeln vorzugsweise mehrfach schneiden.
11. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25) zumindest ein ringförmiges, vorzugsweise koaxial zur Längsachse des Flammrohrs (30) angeordnetes Element (52, 54, 56, 58) umfaßt.
12. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung mehrere ringförmige (52, 54, 56, 58) Elemente mit unterschiedlichen inneren und/oder äußeren Durchmessern umfaßt.
13. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ringförmige Elemente (52, 54, 56, 58) entlang der Längsachse des Flammrohrs (30) verteilt angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung ein oder mehrere Blenden (60, 62) mit vorzugsweise kreis- oder schlitzförmigen Blendenöffnungen (64, 66) aufweist.
15. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischeinrichtung zumindest ein konus- oder kegelförmiges Element (70, 72) umfaßt.

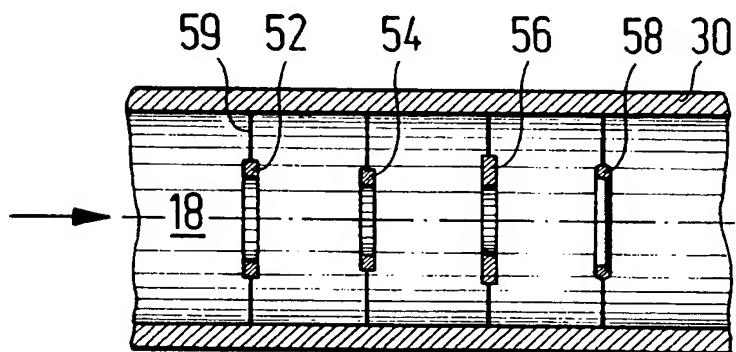
16. Vorrichtung nach Anspruch 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die konus- oder kegelförmigen Elemente (70, 72) ein oder mehrere Löcher, und/oder Slitze und/oder Aussparungen aufweisen.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Konen der kegelförmigen Elemente (70, 72) ein oder mehrere Leitelemente zur Drallerzeugung enthalten.
18. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das konus- oder kegelförmige Element (70, 72) sich in Richtung des Brenners (16) verjüngend ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Mischeinrichtung ein Drallerzeuger (80) ist.
20. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der Drallerzeuger (80) mehrere, vorzugsweise radial um die Längsachse des Flammrohres (30) angeordnete Leitschaufeln (82) aufweist.
21. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Mischeinrichtung (24, 25) ein oder mehrere kreuz- oder sternförmige Elemente (86, 88) mit vorzugsweise einer mit der Längsachse des Flammrohres (18) zusammenfallende Längsachse umfaßt.



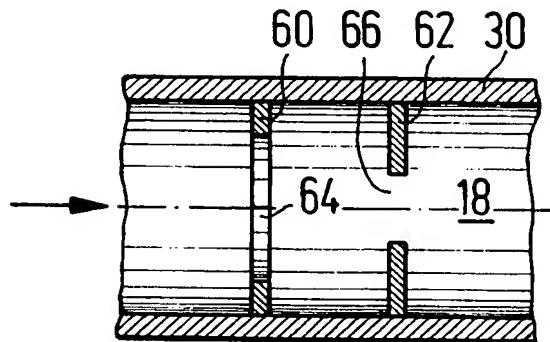
**Fig. 1**



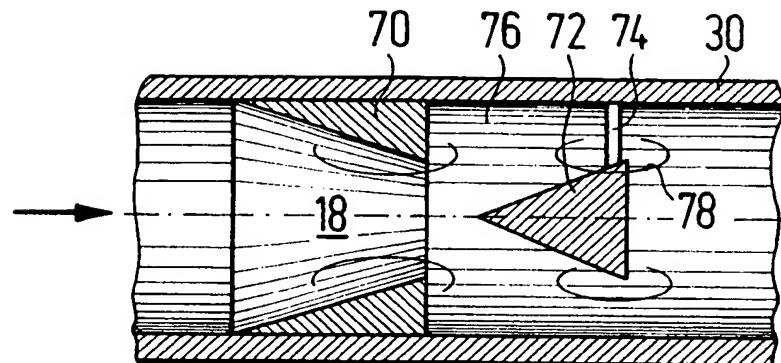
***Fig. 2***



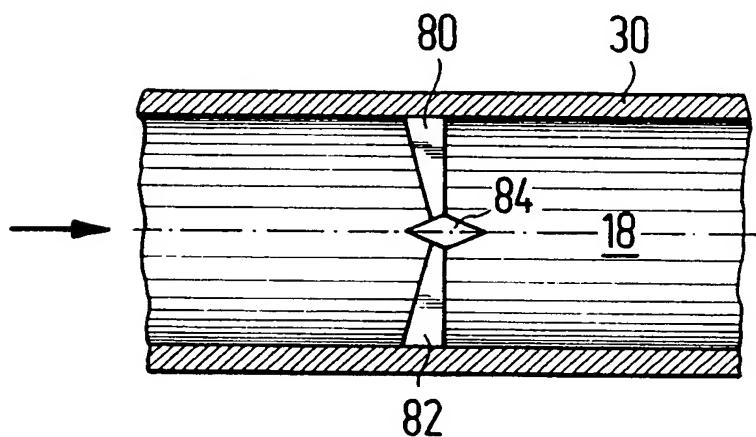
***Fig. 3***



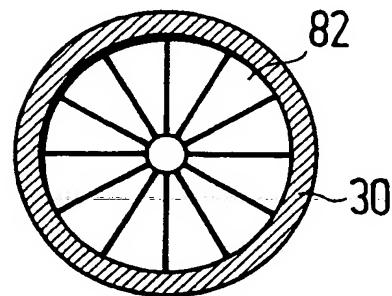
***Fig. 4***



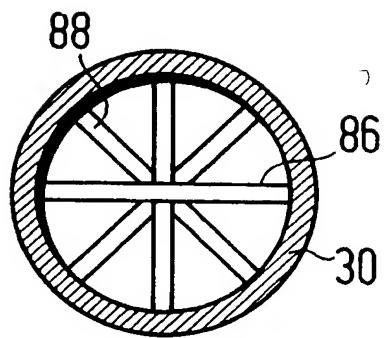
***Fig. 5***



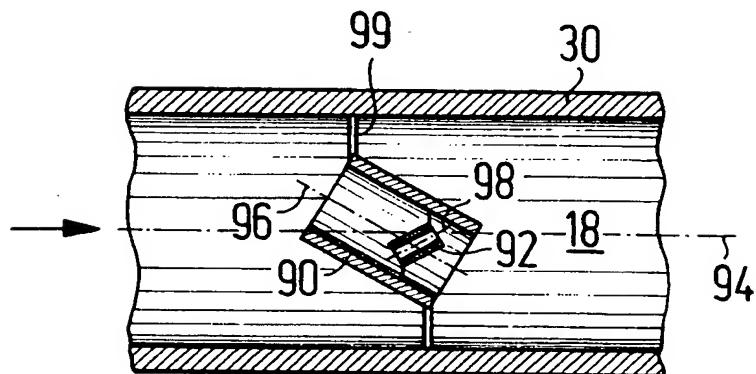
***Fig. 6***



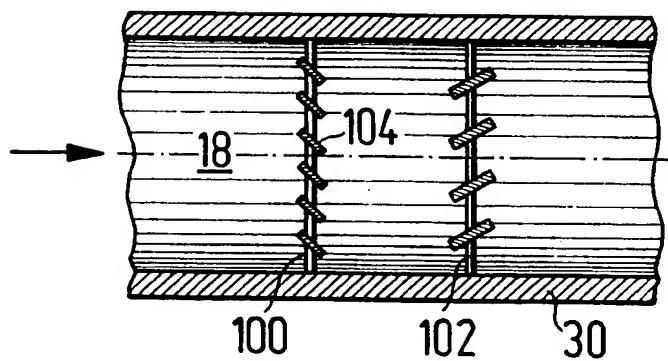
***Fig. 7***



***Fig. 8***



***Fig. 9***



***Fig. 10***